



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **133778** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
G01F 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 10630	(72) Винахідник(и): Дубовець Олексій Миколайович (UA), Подустов Михайло Олексійович (UA), Дзевочко Олександр Михайлович (UA), Бобух Анатолій Олексійович (UA), Шутинський Олексій Григорович (UA), Букатенко Олексій Іванович (UA), Деменкова Світлана Дмитрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.10.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2019, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002 (UA)

(54) РІВНЕМІР

(57) Реферат:

Рівнемір містить дві п'єзометричні трубки, занурені в рідину на різну глибину, джерело живлення трубок стислим повітрям, вимірювальну схему, що здійснює визначення значень рівня рідини з виключенням залежності результатів виміру від її щільності і вторинний прилад. У вимірювальну схему рівнеміра введений блок виміру відношення тисків P_2 в п'єзометричній трубці 2 з меншою H_2 глибиною занурення в рідину і атмосферного - (P_2/P_{am}). Як засіб розрахунку поточних значень вимірюваних величин і формування сигналів, що управляють, використаний мікропроцесорний блок, що виконує обчислювальні операції (за умовою $P_2/P_{am} > 1$) за формулами

$H_{ж} = H_1 = P_1 / \Delta H / \Delta P$, $H_2 = P_2 \Delta H / \Delta P$, $\rho = P_1 / H_1 g$, $\rho = P_2 / H_2 g$, $\rho_{\Delta H} = \Delta P / \Delta H g$

і (за умовою $P_2/P_{am} = 1$) за формулами

$\rho_k = (P_1 - P_{\Delta H}) / \Delta H g$ і $H_{1(\Delta H)} = (P_1 - P_{\Delta H}) / \rho_k g$;

де P_1 - тиск повітря в п'єзометричній трубці 1 з більшою глибиною занурення в рідину - H_1 ; P_2 - тиск повітря в п'єзометричній трубці 2 з меншою глибиною занурення в рідину - H_2 ; $\Delta H = (H_1 - H_2)$ - різниця глибин занурення в рідину п'єзометричних трубок 1 і 2; $\Delta P = (P_1 - P_2)$ - різниця тисків в п'єзометричних трубках; ρ - щільність контрольованої рідини; g - прискорення вільного падіння; ρ_k - кінцева щільність рідини (при $P_2 = P_{am}$); $H_{1(\Delta H)}$ - глибина занурення в рідину п'єзометричної трубки 1 в зоні ΔH ; $P_{\Delta H}$ - тиск в п'єзометричній трубці 1 в зоні ΔH при $H_1 \leq \Delta H$.

UA 133778 U

Пропонована корисна модель (рівнемір) належить до вимірювальної (що сигналізує, регулює) техніки і може бути використана в різних галузях промисловості, в приймальних місткостях і технологічних об'єктах необхідно одночасно вимірювати рівень і щільність контрольованих рідких середовищ.

Відомий п'єзометричний рівнемір, що складається з дроселя, ротаметра, п'єзометричної трубки, зануреної в контрольовану рідину, в об'єкті і манометра, шкала якого проградуєвана в одиницях виміру рівня. Перевагами цього рівнеміра є простота конструкції, статичність вимірювального елемента - п'єзометричної трубки, можливість використання на агресивних рідких середовищах. Його недоліком є залежність результатів виміру від щільності рідких середовищ (особливо рідких середовищ зі змінною щільністю, що випливає з формули $H=P/\rho g$, де H - вимірюваний рівень, P - тиск в п'єзометричній трубці, ρ - щільність рідкого середовища, g - прискорення вільного падіння [1].

Найбільш близьким по фізичній суті і результату, що досягається, до пропонованого рівнеміра-щільноміра (його головним аналогом) є п'єзометричний рівнемір, що містить дві п'єзометричні трубки, занурені в рідину на різну глибину H_1 і H_2 , $H_1-H_2 = \Delta H$, сполучені з блоками живлення, і вимірювальну систему, що містить регульовані дроселі, тримембранний елемент порівняння, п'ятимембранний елемент порівняння, змінну пневмоємність, імпульсатор, нормально зачинені клапани, генератор лінійно наростаючого сигналу, елемент пам'яті і вторинний прилад. При цьому один вхід п'ятимембранного елемента порівняння сполучений з першим входом тримембранного елемента порівняння і з короткою п'єзометричною трубкою, другий вхід п'ятимембранного елемента порівняння сполучений з довгою п'єзометричною трубкою, третій вхід - з лінією живлення і входом ламінарного дроселя, четвертий вхід - з входом ламінарного дроселя і крайніми камерами, а сопло - з другим входом тримембранного елемента порівняння і змінною ємністю, а вимірювальна схема реалізує формулу $P_{\text{вих}} = K_4 T$, $T = V H_1 / K_2$, $K_3 = V / K_2 \Delta H$, $\Delta P = \Delta H \rho g = K_1$ зрештою $P_{\text{вих}} = K_3 K_4 H_1$.

Перевагою головного аналога є незалежність результатів виміру від щільності контрольованого рідкого середовища. До його недоліків слід віднести:

1) надмірна складність вимірювальної схеми, що складається з безлічі різних за призначенням елементів, багаторазово об'єднаних між собою;

2) ΔH , у межах якої рівень рідини не вимірюється;

3) відсутність можливості одночасного виміру рівня рідини та її щільності [2].

Задачею пропонованої корисної моделі - рівнеміра є спрощення вимірювальної схеми, скорочення, спрощення і уніфікація обчислювальних операцій, максимальне розширення меж виміру рівня (до глибини занурення довгої п'єзометричної трубки) і забезпечення можливості спільного виміру рівня і щільності контрольованої рідини.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому п'єзометричному рівнемірі - головний аналог, що містить дві п'єзометричні трубки, занурені в рідину на різну глибину H_1 і H_2 , $H_1-H_2 = \Delta H$, сполучені з блоками живлення, і вимірювальну систему, що містить регульовані дроселі, тримембранний елемент порівняння, п'ятимембранний елемент порівняння, змінну пневмоємність, імпульсатор, нормально зачинені клапани, генератор лінійно наростаючого сигналу, елемент пам'яті і вторинний прилад. При цьому один вхід п'ятимембранного елемента порівняння сполучений з першим входом тримембранного елемента порівняння і з п'єзометричною трубкою, з меншою глибиною занурення в рідину, - другий вхід п'ятимембранного елемента порівняння сполучений з п'єзометричною трубкою з більшою глибиною занурення - H_1 , третій вхід - з лінією живлення і входом ламінарного дроселя, четвертий вхід - з входом ламінарного дроселя і крайніми камерами, а сопло - з другим входом тримембранного елемента порівняння і змінною ємністю, а вимірювальна схема реалізує формулу $P_{\text{вих}} = K_4 T$, $T = V H_1 / K_2$, $K_3 = V / K_2 \Delta H$, $\Delta P = \Delta H \rho g = K_2$, $P_{\text{вих}} = K_3 K_4 H_1$, що являється причиною складності вимірювальної схеми, необхідності визначення безлічі коефіцієнтів, послідовного виконання взаємозв'язаних розрахункових операцій, неможливості виміру рівня рідини в межах $\Delta H = H_1 - H_2$, відповідно до корисної моделі у вимірювальну схему рівнеміра введений блок виміру відношення тиску P_2 в п'єзометричній трубці 2 з меншою H_2 глибиною занурення в рідину і атмосферного - $(P_2/P_{\text{ам}})$, як засіб розрахунку поточних значень вимірюваних величин і формування сигналів, що управляють, використаний мікропроцесорний блок, що виконує обчислювальні операції (за умовою $P_2/P_{\text{ам}} > 1$) за формулами

$H_{\text{ж}} = H_1 = P_1 / \Delta H / \Delta P$, $H_2 = P_2 \Delta H / \Delta P$, $\rho = P_1 / H_1 g$, $\rho = P_2 / H_2 g$, $\rho_{\Delta H} = \Delta P / \Delta H g$ і (за умовою $P_2/P_{\text{ам}} = 1$) за формулами

$\rho_k = (P_1 = P_{\Delta H}) / \Delta H g$ і $H_{1(\Delta H)} = (P_1 = P_{\Delta H}) / \rho_k g$,

де P_1 - тиск повітря в п'єзометричній трубці 1 з більшою глибиною занурення в рідину - H_1 ; P_2

- тиск повітря в п'єзометричній трубці 2 з меншою глибиною занурення в рідину - H_2 ; $\Delta H = (H_1 - H_2)$

- різниця глибин занурення в рідину п'єзометричних трубок 1 і 2; $\Delta P = (P_1 - P_2)$ - різниця тисків в п'єзометричних трубках; ρ - щільність контрольованої рідини; g - прискорення вільного падіння; ρ_k - кінцева щільність рідини (при $P_2 = P_{am}$); $H_{1(\Delta H)}$ - глибина занурення в рідину п'єзометричної трубки 1 в зоні ΔH ; $P_{\Delta H}$ - тиск в п'єзометричній трубці 1 в зоні ΔH при $H_1 \leq \Delta H$.

5 Схема пропонованого рівнеміра приведена на кресленні. Рівнемір містить дві п'єзометричні трубки 1, 2 занурених в рідину на глибину відповідно H_1 і H_2 , ($H_1 = H_2 + \Delta H$), перетворювачі тиску в аналоговий електричний сигнал 3, 4, джерело живлення п'єзометричних трубок 5, перетворювач 6 різниць тисків в п'єзометричній трубці з H_2 і атмосферного (P_2/P_{am}) в аналоговий електричний сигнал, задатчик граничного рівня 7, мікропроцесорний блок 8, дисплей 9, відображає поточні значення вимірюваних фізичних величин і технологічних параметрів, технологічний об'єкт 10, вхідний 11 і вихідний 12 регулюючі органи з виконавчими механізмами.

Робота рівнеміра-щільноміра здійснюється послідовно в двох режимах: заповнення об'єкту рідиною до максимально можливого граничного рівня $H_1 = H_n$ і повне звільнення об'єкту.

15 При заповненні об'єкта рідиною починає впливати на п'єзометричну з більшою глибиною занурення в рідину трубку 1, з якої безперервно виходить повітря, що надходить з джерела стислого повітря 5. У п'єзометричній трубці 1 виникає тиск $P_1 = H_1 \rho g$, який перетворюється в аналоговий електричний сигнал перетворювачем 3, вихід якого сполучений з одним із входів мікропроцесорного блока 8.

20 Оскільки на початковому етапі процесу заповнення об'єкта в межах $\Delta H = H_1 - H_2$ виконується вимога $P_2/P_{am} > 1$, то мікропроцесорний блок здійснює розрахунок значення рівня за формулою $H_1 = P_1/\rho g$ (1).

Очевидно, що в даному випадку свідчення рівнеміра можуть мати погрішність, яка залежить від щільності рідини, - ρ і яка може змінюватися за величиною при заповненні об'єкта рідиною з різними значеннями ρ (але це прийнятно, оскільки кінцева мета першого етапу - заповнити об'єкт до граничного значення рівня H_n). При подальшому заповненні об'єкта, коли рідиною досягає п'єзометричної трубки 2 (з меншою глибиною занурення), на вхід мікропроцесора надходять сигнали $P_1 = H_1 \rho g$ і $P_2 = H_2 \rho g$ (перетворені в аналогові електричні перетворювачі 3, 4, відношення яких $P_1/P_2 = H_1 \rho g / H_2 \rho g = H_1/H_2$, де $P_2 = (P_1 - \Delta P)$ і $H_2 = (H_1 - \Delta)$ тому і $P_1/P_2 = H_1/(H_1 - H)$ і $H_1 = P_1 \Delta H / \Delta P$ (2).

30 З формули (2) виходить, що результати виміру в межах H_2 не залежать від щільності рідкого середовища - ρ . При заповненні ємності до межі $H_1 = H_n$ мікропроцесор, відповідно до задачі, формує вихідні сигнали, що забезпечують включення засобів сигналізації і відсічення, які впливають на виконавчий механізм регулюючого органу 11, що припиняє подання рідини в об'єкт.

35 При звільненні об'єкта (коли рівень рідини зменшується) в межах H_2 вимір рівня H_1 здійснюється, відповідно до формули $H_1 = P_1 \Delta H / \Delta P$. Тому, якщо навіть рідке середовище розшаровується (змінюється по висоті її щільність - ρ) результати виміру H_1 в межах H_2 не залежать від щільності рідини - ρ . Але це триває до моменту $H_2 = 0$. Внаслідок цього в зоні ΔH незалежність результатів виміру рівня від щільності рідини виключається. Але у момент $P_2/P_{am} < 1$ мікропроцесорний блок розраховує (відповідно до задачі) значення "кінцевої" щільності рідини на межі H_2 і ΔH по формулі $\rho_k = (P_1 - P_{\Delta H}) / \Delta H g$ і поточне значення рівня H_1 в межах ΔH по формулі $H_1 = (P_1 - P_{\Delta H}) / \rho_k g$, де $P_{\Delta H}$ - тиск в п'єзометричній трубці 1 рівнеміра в зоні ΔH , які відображаються на екрані дисплея 9.

45 Результати виміру рівня за формулами $H_1 = P_1 \Delta H / \Delta P$ і $H_2 = P_2 \Delta H / \Delta P$ не залежать від щільності контрольованої рідини, оскільки вказані формули не містять ρg . Але значення $P_1 = H_1 \rho g$ і $P_2 = H_2 \rho g$ залежать від щільності рідини.

Тому одночасно з H_1 і H_2 мікропроцесор розраховує і представляє на дисплеї значення ρ_1 і ρ_2 за формулами $\rho_1 = P_1 / H_1 g$ і $\rho_2 = P_2 / H_2 g$.

50 Очевидно, що на однорідних (однофазних) рідких середовищах $\rho_1 = \rho_2$.

Якщо рідкі середовища розшаровуються (наприклад розчинний або нерозчинний компонент не досить добре перемішаний в рідині), то відношення ρ_1/ρ_2 є "індикатором" розшарування, за величиною якого можна судити про якість перемішування твердих компонентів в рідині (пульпи, суспензії, важкі середовища) - оцінювати якість роботи перемішувачів пристроїв.

55 Таким чином, пропонований рівнемір в порівнянні з головним аналогом має наступні переваги:

1) максимально спрощує структуру вимірювальної схеми, виключає використання проміжних коефіцієнтів в процесі розрахунків за рахунок застосування коефіцієнтів-констант, що мають постійні значення і не вимагають проміжних перерахунків;

2) забезпечує одночасний вимір рівня, щільність контрольованої рідини і рівномірності розподілу в ній розчинних (і нерозчинних) компонентів;

3) збільшує діапазон виміру рівня на $\Delta H = H_1 - H_2$.

Джерела інформації:

5 [1]. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник для вузов. - 3-е изд. - М.: Машиностроение, 1983. - С. 197-199.

[2]. Пьезометрический равномер. А.с. СССР № 898263, G01F 23/16. Бюл. № 2, від 15.01.82.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

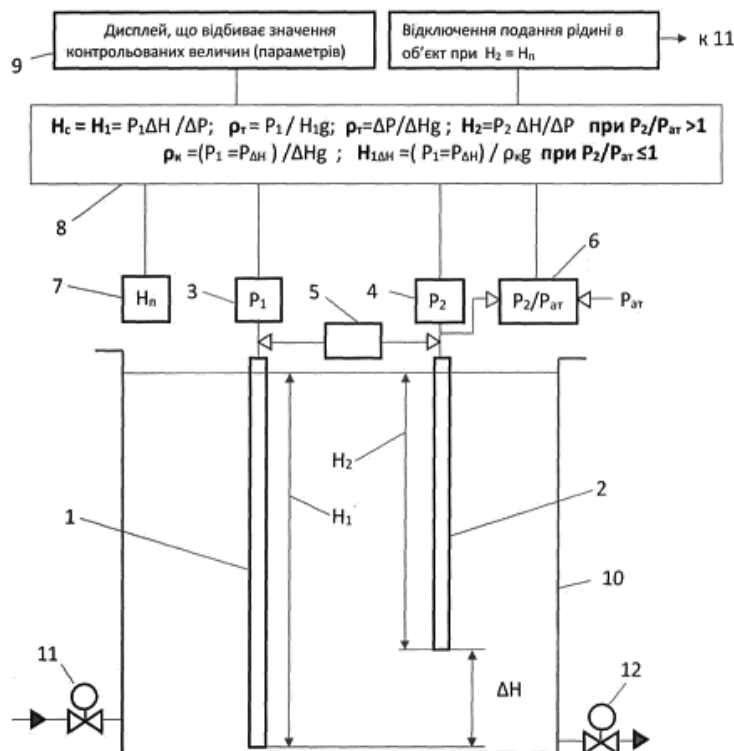
10 Рівнемір, що містить дві п'єзометричні трубки, занурені в рідину на різну глибину, джерело живлення трубок стислим повітрям, вимірювальну схему, що здійснює визначення значень рівня рідини з виключенням залежності результатів виміру від її щільності і вторинний прилад, який **відрізняється** тим, що у вимірювальну схему рівнеміра введений блок виміру відношення тисків P_2 в п'єзометричній трубці 2 з меншою H_2 глибиною занурення в рідину і атмосферного - (P_2/P_{atm}), як засіб розрахунку поточних значень вимірюваних величин і формування сигналів, що

15 управляють, використаний мікропроцесорний блок, що виконує обчислювальні операції (за умовою $P_2/P_{atm} > 1$) за формулами

$H_{ж} = H_1 = P_1 / \Delta H / \Delta P$, $H_2 = P_2 \Delta H / \Delta P$, $\rho = P_1 / H_1 g$, $\rho = P_2 / H_2 g$, $\rho_{\Delta H} = \Delta P / \Delta H g$ і (за умовою $P_2/P_{atm} = 1$) за

20 формулами

$\rho_k = (P_1 = P_{\Delta H}) / \Delta H g$ і $H_{1(\Delta H)} = (P_1 = P_{\Delta H}) / \rho_k g$,
де P_1 - тиск повітря в п'єзометричній трубці 1 з більшою глибиною занурення в рідину - H_1 ; P_2 - тиск повітря в п'єзометричній трубці 2 з меншою глибиною занурення в рідину - H_2 ; $\Delta H = (H_1 - H_2)$ - різниця глибин занурення в рідину п'єзометричних трубок 1 і 2; $\Delta P = (P_1 - P_2)$ - різниця тисків в п'єзометричних трубках; ρ - щільність контрольованої рідини; g - прискорення вільного падіння; ρ_k - кінцева щільність рідини (при $P_2 = P_{atm}$); $H_{1(\Delta H)}$ - глибина занурення в рідину п'єзометричної трубки 1 в зоні ΔH ; $P_{\Delta H}$ - тиск в п'єзометричній трубці 1 в зоні ΔH при $H_1 \leq \Delta H$.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601